ROCZNIKI FILOZOFICZNE
Tom XV, zeszyt 3 — 1967

WŁODZIMIERZ SEDLAK

ELEKTROSTAZA I EWOLUCJA ORGANICZNA

Mechanizmy ewolucji nie zostały rozwiązane do dziś. Należy uwzględnić zarówno wpływ środowiska, jak i autonomię organizmu. Relację organizm-środowisko można rozpatrywać w różnym ujęciu — chemicznie, termodynamicznie, elektromagnetycznie. Ten ostatni wariant, zdaje się, jest najistotniejszy. Wyjaśnienie go wymaga jednak sprowadzenia obu stron do tej samej natury — elektromagnetycznej. Najbardziej archaicznym elementem środowiska jest pole elektromagnetyczne [1]. Jest to najpierwotniejsza forma energii. Przybiera szeroką skalę wartości zależnie od długości fali, od promieniowania gamma, poprzez ultrafiolet, światło widzialne, do podczerwieni, promieniowania jonosfery w następstwie oddziaływania Księżyca, chmur burzowych, błyskawic [2], do promieniowania o fali długości 30 milionów kilometrów [3].

Życie można również wyrazić elektromagnetycznie. Organizm na różnych poziomach swego skomplikowania emituje pole biologiczne o rozmaitej energii. Dla dzielących się komórek stwierdzono długość fali 2700—3260Å, odpowiadającą ultrafioletowi [4].

Promieniowaniem skóry ludzkiej zainteresowano się niemal zaraz po odkryciu podczerwieni przez Herschla (1800 r.). Promieniowanie to okazało się podczerwienią, a sama skóra spełniała warunki przewidywane, według teorii Plancka, dla ciała doskonale czarnego [5]. Powierzchnia pro-

[1] Wł. Sedlak, *Filozoficzna problematyka elektromagnetycznej przestrzeni,* „Roczniki Filozoficzne", (1966), z. 3, s. 27—52.

[2] H. König, F. Ankermüller, *Ueber den Einfluss besonders niederfrequenter elektrischer Vorgänge in der Atmosphäre auf den Menschen,* „Naturwissenschaften", (1960) 47, 21, 486.

[3] J. R. Heirtzler, *The Longest Electromagnetic Waves,* „Scientific American", (1962), nr 3, s. 128.

[4] A. G. Gurwitsch, *Versuch einer synthetischen Biologie, Schaxels Abhandlungen zur theoretischen Biologie,* Berlin 1923, Bd. 17. Tenże, *Das Problem der Zellteilung physiologisch betrachtet,* Berlin 1926.

[5] K. Buchmüller, *Die ultrarote Körperstrahlung des Menschen aus paramedizinischer Perspektive,* [In:] *Medizinischer Okkultismus. Paramedizin* (red. O. Prokop), Jena 1962, s. 210—223.

mieniująca nie jest w zupełności odpowiednikiem powierzchni anatomicznej, jak wykazały badania Bohnenkampa. Powierzchnia promieniująca zmienia się zależnie od ułożenia ciała. Prawdopodobnie symetria ciała, rozczłonkowanie, ułożenie w czasie spoczynku i w ruchu są warunkowane umożliwieniem optymalnego promieniowania organizmu. U człowieka najsilniej promieniuje czoło. Przyjmując natężenie tego promieniowania za 100, odpowiednio promieniowanie skóry tułowia wyrazi się liczbą 78, promieniowanie podudzia 49, dłoni 64, grzbietu ręki 19. Są to średnie wyniki pomiarów dokonanych wśród 300 osób[6]. Najlepiej zbadano jednak promieniowanie mózgu ludzkiego. Mózg pracuje na fali rzędu centymetrów do tysięcy metrów. Dla celów telekomunikacji biologicznej najbardziej korzystne okazały się fale od 10 do 15 000 m[7]. Sprawa pola biologicznego jest tak ugruntowana, że nie ma potrzeby rozwijać jej szerzej[8]. Przemiana energii elektromagnetycznej jest takim samym objawem życia, jak przemiana materii. Stanowi zresztą jej energetyczny wariant. Metabolizm elektromagnetyczny będzie musiał sobie wywalczyć miejsce, jak kiedyś metabolizm chemiczny. Przemiana energii elektromagnetycznej jest polowym wyrazem przemiany materii. Jest to zasada obowiązująca zarówno świat zwierzęcy, jak i roślinny. W obu wypadkach występują zmiany potencjału elektrycznego, a te warunkują pole elektromagnetyczne. Szerokie omawianie podstaw bioelektrycznych i zmienności potencjału należy już zasadniczo do klasycznego repertuaru biologii.

Modulujący i modelujący wpływ pola biologicznego na procesy morfogenezy nie był obcy już Gurwiczowi[9]. Pole biologiczne powoduje nie tylko koordynację natury energetycznej, ale przesuwa również masę tworzącą struktury drobinowe, a w konsekwencji wywiera kształtujący wpływ na geometrię żywego układu.

Uniwersalnym przejawem życia jest pole biologiczne o charakterze elektromagnetycznym. Emisja tego pola dokonuje się na różnych poziomach biologicznych i na rozmaitych stopniach uorganizowania. Śmierć to kolejne wygaszanie promieniowania biologicznego od największej

---

[6] J. Heller, *Idea ewolucji w fizjologii funkcji wegetatywnych*, [W:] *Problemy ewolucjonizmu*, t. 3, Warszawa 1958, s. 124—147.

[7] S. Manczarski, *Zagadnienie przenoszenia myśli w świetle badań radiotechnicznych*, „Przegląd Telekomunikacyjny", (1946), nr 10, s. 282—290; (1946), nr 11—12, s. 315—326; (1947), nr 1—2, s. 25—35; (1947), nr 3—4, s. 82—96.

[8] Wł. Sedlak, *Wizja życia w kategoriach pola biologicznego*, „Sprawozdania z czynności wydawniczej i posiedzeń naukowych oraz kronika Towarzystwa Naukowego Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego", Nr 14, Lublin 1965, s. 77—82. Tenże, *Pole biologiczne a nowa wizja życia*, „Zeszyty Naukowe KUL", (1967), nr 1, s. 39—54.

[9] A. G. Gurwitsch, *Die histologischen Grundlagen der Biologie*, Jena 1930.

długości fali poczynając (najwyższy wyraz organizacji i specjalizacji) do pola biologicznego poszczególnej komórki, wreszcie biomolekuły. Zwrot „życie gaśnie" nie jest wyrażeniem poetyckim, lecz biofizycznym faktem Organizm można uważać za oscylator emitujący fale elektromagnetyczne [10]. Sprowadzenie układu ożywionego do tego schematu stanowić może dopiero właściwą podstawę rozpatrywania relacji organizm-środowisko na jednej porównywalnej płaszczyźnie.

NATURA BIOLOGICZNEGO OSCYLATORA

Naturę oscylatora biologicznego można w przybliżeniu rozwiązać rozpatrując cechy wibratora zbudowanego z dielektryka, półprzewodnika i kryształu. Znamiona typowe dla układów biologicznych modyfikowałyby fizyczne cechy oscylatora. Byłby to więc punkt styku fizyki dielektryków, półprzewodników, chemii fizycznej kryształów i biologii. Układ zawiły, przy uproszczeniach schematycznych dający bogate perspektywy wniosków.

a) Dielektryki posiadają jedynie pole elektryczne w sobie. Ulegają również polaryzacji powierzchniowej lub objętościowej pod wpływem zewnętrznego pola elektrycznego. Polaryzacja dielektryka jest wynikiem przesunięć ładunków w drobinach. Do dielektryków odnosi się wszystkie prawa ośrodków optycznych. Mogą więc być dielektryki izotropowe i anizotropowe. Odpowiednio układają się wszystkie właściwości dielektryka nie tylko elektromagnetyczne, ale termiczne, mechaniczne. Anizotropia wyraża uprzywilejowane kierunki własności fizycznych. Własności optyczne obejmują tutaj prawa przepuszczania, odbicia, pochłaniania, rozpraszania. Stała dielektryczna jest również własnością anizotropową.

b) Dielektryk wykazuje zdolność kondensacji ładunków ze szczególnym ich zagęszczeniem na powierzchni. Wymienia się gęstość objętościową, przestrzenną i powierzchniową. Te dwie ostatnie łącznie będziemy nazywali również gęstością zewnętrzną albo wprost — powierzchniową. Gęstość zewnętrzna stanowi tzw. warstwę podwójną charakterystyczną dla większości powierzchni międzyfazowych. Gęstość ładunków w warstwie zewnętrznej jest zwykle większa niż gęstość objętościowa. Ruchliwość ładunków tej warstwy jest natomiast mniejsza niż w całej objętości [11]. Zależy to zresztą od rodzaju półprzewodnika. Głębokość

[10] Wł. Sedlak, *Model układu emitującego pole biologiczne i elektrostaza,* „Kosmos A", (1967), z. 2, s. 151—159.

[11] J. T. Law, *Powierzchnie półprzewodników,* [W:] N. B. Hannay (red.), *Półprzewodniki,* Warszawa 1962 (tł. z ang.), s. 617—661.

warstwy przestrzennej, w zależności od różnych parametrów półprzewodnika, sięga rzędu 10^{-4} cm. Ekranujące działanie warstwy podwójnej przed wpływem zewnętrznego pola na gęstość objętościową jest na ogół przyjmowane przez badaczy.

c) Absolutnych izolatorów nie ma. Większość dielektryków okazuje się półprzewodnikami. Nie tylko ładunki elektryczne, ale jony, rodniki, całe grupy krystalochemiczne ulegają dryfowi poprzez struktury krystaliczne półprzewodników. Nowsze tendencje w fizyce półprzewodników zmierzają w kierunku traktowania elektronów przewodnictwa jako składników chemicznych [12]. W ten sposób zacierają się różnice między zjawiskami fizycznymi i chemicznymi półprzewodników. Można je zamiennie rozważać. Do półprzewodników jako ciał stałych stosują się prawa roztworów wodnych do zjawisk elektrolizy włącznie. Mówi się o własnościach amfoterycznych atomów przymieszkowych (akceptorowe i donorowe jednocześnie), o zbuforowaniu, o jonach sparowanych, trójkach jonowych, czyli trypletach, przy czym pary jonów traktuje się w pewnym sensie jako związki chemiczne w półprzewodniku.

Półprzewodniki rozpatrywane jako roztwory są prostsze niż roztwory wodne, np. nie występują zjawiska solwatacji. Półprzewodniki traktuje się jako rozpuszczalnik, atomy zanieczyszczeń, defekty sieci krystalicznej, jony, elektrony, rodniki jako substancję rozpuszczoną. Analogia z roztworami wodnymi słabych elektrolitów jest wyjątkowo użyteczna [13]. Energia jonizacji donorów i akceptorów w półprzewodnikach wykazuje analogię do energii jonizacji słabych zasad i kwasów. W ten sposób półprzewodnik typu (n) jest odpowiednikiem zasadowości, a typu (p) — kwasowości. Przyłożone zewnętrzne pole elektryczne lub wzrost temperatury przyspieszają dryf elementów elektrycznych. Kierunkowość wynikająca z anizotropii obowiązuje również w tym wypadku.

Półprzewodniki dzielą się na typ donorowy (n) i akceptorowy (p) zależnie od przewagi elektronów czy dziur, według koncepcji Diracka. Zamiast dodatnio naładowanych dziur w układach organicznych tę samą rolę spełniają protony mostków wodorowych.

Zmiana typu półprzewodnika dokonuje się przez wprowadzenie atomów donorowych lub akceptorowych. Jednym ze sposobów jest odchylenie od stechiometrii w związkach chemicznych. Całość zagadnienia sprowadza się do nadmiaru lub niedoboru anionów względnie kationów [14]. W układach biologicznych odchylenia od składu anionowo-katio-

---

[12] J. J. Lander, *Przegląd chemii półprzewodników,* tamże, s. 62—93.

[13] C. S. Fuller, *Wzajemne oddziaływanie defektów sieci w półprzewodnikach,* tamże, s. 186—212.

[14] N. B. Hannay, *Zasadnicze właściwości półprzewodników,* tamże, s. 17—61.

nowego streszczałyby się do zmiany typu półprzewodnika donorowego w akceptorowy lub odwrotnie. Wyjątkową rolę kationów i anionów w dynamice układów ożywionych można więc sprowadzić do moderowania półprzewodnika biologicznego typu (n) lub typu (p). W tym ujęciu błona komórkowa czy układ ekto- i entoplazmy w komórce działałyby jako złącze (p — n). Złącze takie ma własności prostujące i przepuszcza elektrony w jednym tylko kierunku.

Półprzewodniki o wyjątkowo wysokim stopniu przewodzenia nazywamy ferroelektrykami. Odpowiednio stała dielektryczna metalicznych przewodników jest teoretycznie równa nieskończoności. Istnieją też półprzewodniki o „zamrożonym" polu elektrycznym, analogicznie do stałych magnesów. Nazywamy je elektretami.

d) Już wyżej wzmiankowane niektóre właściwości półprzewodników dowodzą, że fizyczna charakterystyka zależy nie tylko od ich natury, ale również od sytuacji, w jakiej półprzewodnik się znajduje. Chemiczne środowisko może stanowić źródło donorów lub akceptorów. Redukujące warunki otoczenia powodują dodatni ładunek powierzchniowy, natomiast otoczenie utleniające wyzwala ujemny ładunek na powierzchni [15]. W szczególnym wypadku może powstać warstwa inwersyjna, kiedy przewodnictwo powierzchniowe jest odmiennego znaku niż w fazie objętościowej. Warstwy inwersyjne odznaczają się niezwykłym uczuleniem na promieniowanie długości podczerwonej zależnie od stanu utlenienia powierzchniowego (efekt fotoprzewodnictwa). Podkreśla się, że nośnikami prądu w efekcie fotoprzewodnictwa i przewodnictwa ciemnego w półprzewodnikach organicznych są protony [16].

Można wobec tego reakcje redoksowe wyrazić „półprzewodnikowo" w formie przejścia typu (n) w typ (p) i odwrotnie. Amfoter półprzewodnikowy będzie reagował utleniająco lub redukująco zależnie od wprowadzenia do niego domieszkowych atomów donorowych lub akceptorowych. Tę samą rolę determinującą wykazuje pole elektromagnetyczne wybijając fotoelektrony. Promieniowanie elektromagnetyczne działałoby wtedy jak środowisko utleniające determinując półprzewodnik do roli donora.

e) Dielektryki półprzewodnikowe występują w stanie krystalicznym. Jest to zresztą normalny stan materii. Wyraża się on minimum entropii, maksimum uporządkowania. Krystaliczność to nie tylko upakowanie i sekwencja elementarnych struktur, przestrzenne uporządkowanie, mi-

---

[15] A. R. Hutson, *Własności półprzewodników niektórych tlenków i siarczków*, tamże, s. 495—547.

[16] S. G. Garrett, *Półprzewodniki organiczne*, tamże, s. 578—616.

nimum wolnej energii, minimum entropii układu. To ogólnie mówiąc — zagadnienie geometrii i energii.

Anizotropia dielektryka oraz półprzewodnikowe właściwości znajdują nowe uwarunkowania w postaci defektów sieci krystalicznej. Defekty są miejscami struktur „uczulonymi" na dryf ładunków. Anizotropowe kryształy ulegają w polu elektrycznym odkształceniu mechanicznemu (elektrostrykcja). Odwrotnie znów — poddane działaniu mechanicznemu, jak nacisk, rozciąganie, zginanie, skręcanie, uwalniają elektrony. Jest to zjawisko piezoelektryczności.

Krystaliczny dielektryk półprzewodnikowy jest układem o bogatej charakterystyce fizycznej. Odznacza się nie tylko powierzchniową i objętościową gęstością ładunków w następstwie polaryzacji, ale posiada wyróżnione kierunki przesuwania się fali polaryzacyjnej uwarunkowane anizotropią oraz układem dyslokacji. Ruchliwość ładunków jest uzależniona strukturą układu, ale jednocześnie zewnętrznym polem elektrycznym i temperaturą. Układ broni się przed przeenergetyzowaniem, geometryczną anarchią, a więc i przed entropią drganiami sieci krystalicznej i wypromieniowaniem nadmiaru energii. Posiada więc nie tylko własną rezerwę ruchliwych ładunków, ale i przestrzennie uwarunkowaną samoregulację. Polaryzacja i jej przesuwalność jest podstawowym zjawiskiem. Układ może uruchomić własną rezerwę elektronową pod wpływem sił mechanicznych (piezoelektryczność). Ferroelektryki są zwykle również i piezoelektrykami. Ponadto w półprzewodniki można wstrzyknąć elektrony względnie pojedyncze atomy zmieniając typ donorowy na akceptorowy lub odwrotnie. Krystaliczne dielektryki półprzewodnikowe przedstawiają szeroką skalę możliwości fizycznych.

f) Półprzewodnik wolny od wpływów zewnętrznych znajduje się zasadniczo w stanie „fenomenologicznej inercji". Jego elektryczna specyfika okazuje się na tle jego natury modyfikowanej chemicznymi warunkami otoczenia (redukujące lub utleniające środowisko), pod wpływem przyłożonych czynników energetycznych z zewnątrz. Wśród czynników będą bodźce elektryczne, magnetyczne, termiczne, mechaniczne. Fala elektromagnetyczna nie jest wykrywalna w kontinuum jakiegokolwiek ośrodka. Oddziaływanie fali jest dostrzegalne na pograniczu dielektryka. Można tabelarycznie zestawić cechy półprzewodnika i odpowiednie działanie środowiska.

Półprzewodnik	*Środowisko*
1. stała dielektryczna	1. zależna od długości fali elektromagnetycznej
2. piezoelektrony	2. siła mechaniczna
3. dryf elementów elektrycznych	3. temperatura, pole elektryczne, magnetyczne

4. zmiana objętości (elektrostrykcja)	4. pole elektryczne, magnetyczne
5. polaryzacja	5. pole elektryczne, magnetyczne
6. typ (p), typ (n)	6. środowisko redukujące lub utleniające, kontakt z metalem, wyciąganie elektronów polem elektrycznym
7. gęstość powierzchniowa	7. pole elektromagnetyczne
8. fotoelektrony	8. promieniowanie elektromagnetyczne
9. promieniowanie elektromagnetyczne emitowane przez półprzewodnik	9. temperatura bezwzględna (ruch termiczny atomów lub drobin), albo pole elektromagnetyczne.

Z tego zestawienia wynika wniosek — półprzewodnik przedstawia możliwości na urzeczywistnienie w szerokim zakresie zjawisk elektrycznych. Poziom fenomenologiczny realizuje się jako odpowiedź półprzewodnika na informację środowiska. Prawo Plancka wyrażające zależność od temperatury absolutnej stosuje się do półprzewodnika, a jednak ma on szerszą skalę możliwości i uwarunkowań niż inne ciała stałe. Półprzewodnik jest bardziej skomplikowany jako oscylator emitujący pole elektromagnetyczne.

Wiele związków organicznych jest ferroelektrykami, natomiast organiczne ferroelektryki posiadają własności piezoelektryczne w większym stopniu niż kwarc. Należą do nich glicyna, tiomocznik, pochodne guaniny, przypuszcza się, że również kwasy aminowe [17]. W 1960 roku wykazano ferroelektryczne własności DNA i to w temperaturze przede wszystkim 10—55°C. RNA wykazuje również efekt piezoelektryczny [18]. Inni badacze [19] potwierdzili istnienie efektu piezoelektrycznego u DNA, oraz stwierdzili go również dla RNA, nukleoproteidów i protein. Odnosi się to zwłaszcza do protein mięśniowych (myozyna, aktomyozyna, kolagen) oraz do całych włókien mięśniowych. Ponadto piezoelektryczne właściwości wykazały całe układy biologiczne, jak komórki drewna [20]. Dla układów biologicznych przyjmuje się istnienie tekstur, czyli ośrodków zawierających agregaty krystaliczne.

Piezoelektryczne własności podaje się również dla tkanek zwierzęcych. Tkanka wątroby i mięśni posiada wysoką stałą dielektryczną 10^6

---

[17] H. Athenstaedt, *Ferroelektrische und piezoelektrische Eigenschaften biologisch bedeutsamer Stoffe*, „Naturwissenschaften", (1961) 48, 13, 465.

[18] J. Polonsky, P. Douzou, Ch. Sardron, „C. R. Sci.", (1960) 250, 3414 (za: Athenstaedt, l. c.).

[19] J. Duchesne, P. Depireux, A. Bertinchamps, N. Cornet, J. M. van der Kaa, *Thermal and Electrical Properties of Nucleic Acids and Proteins*, „Nature", (1960) 188, 405.

[20] W. A. Bażenow, *Piezoelektriczeskie swoistwa drewiesiny*, Moskwa 1957.

przy 100 Hz, choć częściej tkanki zwierzęce wykazują wielkość 10^4. Tak wysoka stała dielektryczna jest cechą znamienną ferroelektryków w fizyce (10^3). Ponieważ tkanki i komórki wykazują kierunkowość polaryzacji i oporu elektrycznego podczas przyłożonego napięcia lub sił mechanicznych, a jest to cechą ferroelektryków i ferromagnetyków, wobec tego sądzi się, że układy biologiczne są zarówno ferroelektrykami, jak i ferromagnetykami [21].

Kości zbudowane z apatytu rozmieszczonego w kolagenie [22] winny w specjalny sposób realizować warunki wymagane dla zjawisk piezoelektrycznych, zwłaszcza podczas ruchu. Piezoelektryczny efekt był badany na kościach ludzkich i zwierzęcych rozmaitego pochodzenia anatomicznego [23]. Siły mechaniczne wywołały napięcie koło 3 mV/Kg. Dyskusja, czy mamy do czynienia w tych przypadkach ze zwykłym efektem piezoelektrycznym w kościach, czy z właściwościami półprzewodnikowymi, nie stanowi sytuacji wykluczających się, raczej wzbogaca problematykę o nośnik ładunków [24]. Tekstury biologiczne z jednej strony warunkujące efekt piezoelektryczny musiałyby jednocześnie stwarzać uprzywilejowaną sytuację dla realizowania dyslokacji.

„Anizotropia biologiczna" przyjmuje zapewne rozmaity wyraz jako przedkładany kierunek śrubowy, polaryzacja optyczna, biegunowość i orientacja osi komórkowej względnie komórkowo-jądrowej. Krystaliczną budowę białek wykazano tą samą metodą, którą proponował Laue do badania kryształów. Prócz metody Lauego istnieje inny pośredni sposób wykazania krystalicznej budowy aminokwasów, białek, a być może nawet układów tkankowych. W badaniach nad krzemicą płuc okazało się, że żywa tkanka posiada powinowactwo do krystalicznego kwarcu [25]. To samo odnosi się do aminokwasów [26], nie wykluczając kwasów nukleinowych [27]. Kwarc i woda (lód) krystalizują heksagonalnie. Jacobson [28]

---

[21] H. Athenstaedt, *Die ferroelektrischen und piezoelektrischen Eigenschaften der Organismen*, „Naturwissenschaften", (1960) 47, 19, 455.

[22] A. Engström, J. B. Finean, *Biological Ultrastructure*, New York 1958, s. 285—303. J. D. Currey, *Strength of Bone*, „Nature", (1962) 195, 513.

[23] M. H. Shamos, L. S. Lavine, M. I. Shamos, *Piezoelectric Effect in Bone*, „Nature", (1963) 197, 81.

[24] R. O. Becker, *Electron Paramagnetic Resonance in Non-irradiated Bone*, „Nature", (1963) 199, 1304.

[25] L. Holzapfel, *Eine kritische Betrachtung zur chemischen Theorie der Silikose*, „Beiträge zur Silikose-Forschung", (1952), Heft 15.

[26] H. S. Seifert, *Ueber die orientierte Aufwachsung von Oligopeptiden auf Quarzoberflächen*, „Naturwissenschaften", (1959) 46, 8, 261.

[27] R. Schwarz, E. Baronetzky, *Ueber die Einwirkung von Monokieselsäure auf Ribonukleinsäure*, *„Naturwissenschaften"* (1956) 43, 3, 68.

[28] B. Jacobson, *Hydration Structure of Deoxyribonucleic Acid and its Physico-chemical Properties*, „Nature", (1953) 172, 666.

przeprowadza z tego powodu analogię między białkami, kwarcem i wodą. Układ heksagonalny należy do najgęściej upakowanej sieci krystalograficznej. Wobec tego należy przypuszczać, że białka realizują ten sam sposób upakowania.

W układzie biokrystalicznym istnieje ustawiczny strumień elektronów, jonów, atomów, rodników samoregulujący strukturę chemiczną. Można by to nazwać rekrystalizacją biologiczną układu. Różnica między układem biologicznym a kryształem polega na tym, że kryształ pobiera z roztworu gotowe elementy budulcowe, biokryształ czyni to samo, lecz odkładając pobrane elementy tworzy jednocześnie skomplikowane rodniki, związki, kompleksy. Biokryształ wymieniając elementy struktury chemicznej „rozpuszcza" swą substancję nie na pograniczu z roztworem, lecz w sobie. Układ biologiczny jest półpłynnym kryształem o ustawicznej rekrystalizacji i wymianie swej treści.

W oscylatorze biologicznym można by wyróżnić takie cechy:

a) Ruchliwość elementów elektrycznych (elektrony, protony, jony, grupy krystalochemiczne, rodniki). Rezonans paramagnetyczny ujawnił istnienie wolnych rodników [29]; niektóre przynajmniej z nich można traktować jako grupy krystalochemiczne. Ruchliwość jest uwarunkowana naturą związków organicznych oraz metabolizmem. Coraz częściej podkreśla się przenoszenie elektronów jako ważną stronę czynności biochemicznych [30]. Rola jonów w procesie enzymatycznym oraz tworzenie potencjału elektrycznego przy pobudzeniu komórek nerwowych, mięśniowych czy tkanek roślinnych są już opracowane [31].

b) Kierunkowość ruchliwości elementów elektrycznych jest zależna od anizotropii układu biologicznego. W rozmiarach drobinowych będzie dochodziła geometria molekularna, np. śrubowe skręcenie białek, kwasów nukleinowych. W układach tkankowych dojdzie rozkład włókien mięśniowych, nerwowych czy podłużna symetria u roślin wyższych.

c) Rytmiczne zmiany potencjału elektrycznego są uwarunkowane „zegarem biologicznym" [32]. Głębsze podstawy rytmiki biologicznej tkwią w ewolucyjnym zrównoważeniu metabolizmu z wahaniami pola elektromagnetycznego. Zależności są daleko idące — nie tylko od promienio-

---

[29] M. S. Blois, H. W. Brown (ed.), *Free Radicals in Biological Systems*, New York—London 1961.

[30] E. M. Kosower, *Molecular Biochemistry*, New York 1962.

[31] A. Szent-Györgyi, *Nature of Life. A Study on Muscle*, New York 1948. M. A. Brazier, *Czynność elektryczna układu nerwowego* (tł. z ang.), Warszawa 1964.

[32] F. A. Brown (jr.), *Living clocks*, „Science", (1959), vol. 130, No. 3383 (streszczenie w: „Kosmos A", (1960), z. 4, s. 475—479). B. Kiełczewski, *Rytmika biologiczna ustroju*, „Wszechświat", (1965), z. 2, s. 41.

wania słonecznego, ale również od promieniowania jonosfery, prądów tellurycznych, pola geomagnetycznego. Organizm daje na każdy bodziec elektryczną odpowiedź nie tylko w transformacji bodźca na prądy czynnościowe w nerwach, ale również poprzez transformację bodźca psychicznego na zmianę potencjału elektrycznego skóry.

d) Procesy redoksowe dokonują się elektronowo po dwu stronach punktu izoelektrycznego. Białko może być zarówno donorem w grupie COOH, jak i akceptorem w grupie NH_2. Najprostszy układ amfoteryczny stanowi woda — nieodzowny ośrodek procesów życiowych. Podstawowe procesy anabolizmu i katabolizmu są zapotrzebowaniem na elektrony albo ich zwalnianiem. Dla normalnego przebiegu życia desynteza jest nie mniej potrzebna niż synteza. Oscylacje wokół punktu izoelektrycznego stanowią podstawę tego, co można określić jako wahadło redoksowe. Sumaryczny obraz tego procesu dla wielu drobin przebiegałby — według określenia Gumińskiego [33] — jako fala redoksowa.

e) Oscylator biologiczny należy do samowzbudnych urządzeń. Rytmiczna zmiana polaryzacji dokonuje się samorzutnie jako wynik i przejaw procesów życiowych. Oscylator posiada też autonomiczne źródło elektronów w wyniku katabolicznego rozkładu materii organicznej i piezoelektronów w następstwie ruchu. W czas rozwinęła się zdolność ruchu czynnego — główny kierunek ewolucji zwierząt, oraz ruchu biernego u roślin wyższych. Wszelkie odkształcenia, a więc zmiany geometrii układu, uwalniają elektrony. Odnosi się to do tekstur piezoelektrycznych, jak tkanka roślinna, mięśnie i tkanka kostna.

f) Oscylator o własnościach półprzewodnikowego dielektryka, dielektryka w wybitnym stopniu nieciągłego, oznacza się gęstością objętościową elektronów oraz warstwą powierzchniowego zagęszczenia ładunków. Ta ostatnia miała duże znaczenie w pierwszej fazie badania półprzewodników. Niedostateczne odróżnienie zjawisk powierzchniowych i zachodzących wewnątrz półprzewodnika było źródłem niejednego błędu [34]. Wreszcie uwzględniono półprzewodnikowe własności układów biologicznych z pominięciem zjawisk powierzchniowych. Pulsacji ulega polaryzacja wewnątrz dielektryka oraz polaryzacja powierzchniowa. Organizm jest samowzbudzającym układem dielektrycznym o zmiennych potencjałach elektrycznych, układem obdarzonym zdolnością samoregulacji. Następstwem pracy takiego układu musi być emisja fali elektromagnetycznej o widmie szerokopasmowym. I tak jest w istocie.

---

[33] K. Gumiński, *O pewnej fizykochemicznej hipotezie roboczej w stosowaniu teorii pasmowej do kryształów organicznych*, „Roczniki Chemii", (1957) 31, 255.

[34] R. A. Smith, *Półprzewodniki* (tł. z ang.), Warszawa 1966, s. 17.

ELEKTROSTAZA

Interesujące są mechanizmy samoregulacji — „autokatalizy energetycznej" życia. Dla przybliżonego choćby rozwiązania problemu trzeba się zająć zewnętrzną redutą elektryczną organizmu oraz jej stykiem ze środowiskiem energetycznym.

Zewnętrzne zagęszczenie elektronów to wynik dielektrycznych właściwości układów biologicznych oraz zjawisk pogranicza. Organizm można traktować na jego powierzchni jako pogranicze dwóch dielektryków — biologicznego i „próżni". Zagęszczoną warstwę elektronów będziemy nazywali elektrostazą (EKZ). Natura dielektryka biologicznego wskazuje na autonomię uwarunkowaną środowiskiem. Życie wyszło na spotkanie środowiska elektronami.

Dotychczas rozważaliśmy fizyczne cechy dielektryków krystalicznych i półprzewodnikowych. Z ramowego nawet przeglądu wynikała powierzchniowa gęstość ładunków. Potencjał powierzchniowy jest elektrycznym wyrazem życia w każdym rzędzie wielkości biologicznych. Heilbrunn twierdzi, że ektoplazma komórki jest ujemnie naładowana, a wewnętrzna część protoplazmy — dodatnio [35]. Przyczyna tego tkwi w „pompie wapniowej" oraz przeciwnie skierowanej „pompie chlorkowej". Niezależnie od tego, czy się przyjmie interpretację Heilbrunna, czy Hodgina („pompa sodowa"), u podstaw zjawiska tkwi potencjał jonowy po obu stronach błony komórkowej. Elektroujemność jest cechą nie tylko organizmów jednokomórkowych, lecz również komórek w układach tkankowych [36]. Potencjał powierzchniowy wykazują erytrocyty [37]. Szczegół ten stał się nawet metodą diagnostyczną w rozpoznawaniu nowotworów. W stanach nowotworowych zmienia się szybkość elektroforezy [38]. Właściwość tę można by określić jako elektrotropizm.

Praca komórek nerwowych i mięśniowych wyraża się potencjałem pobudzenia. W pierwszym przypadku powstają prądy czynnościowe mózgu mierzalne na powierzchni głowy (podstawa elektroencefalografii). Potencjał powierzchniowy posiada również sam mózg. Potencjał po obu stronach głowy człowieka wykazuje różnicę rzędu 50 milionowych wolta. Napięcie ulega wahaniom od 1 do 500 c/sek lub też więcej [39]. W drugim

---

35 L. V. Heilbrunn, *The Dynamics of Living Protoplasm*, New York 1956.

36 H. Schaefer, O. Schwanne, *Membranpotentiale von Einzelzellen in Gewebekulturen*, „Naturwissenschaften", (1956) 43, 19, 445.

37 P. Sachtleben, G. Ruhenstroth-Bauer, *Aglutination and the Electrical Surface Potential of Reed Blood Cells*, „Nature", (1961) 192, 982.

38 D. H. Heard, G. V. Seaman, J. Simon-Reuss, *Electrophoretic Mobility of Cultured Mesodermal Tissue Cells*, „Nature", (1961), 190, 1009.

39 M. A. Brazier, op. cit.

przypadku otrzymujemy prądy czynnościowe serca. Prądy te są bardzo słabe, wynoszą bowiem 0,00001 ampera, a napięcie sięga 1,2 mV [40].

Praca mięśni w postaci ustawicznych mikrodrgań utrzymuje nie tylko homeostazę u zwierząt ciepłokrwistych [41], ale jest zapewne powodem potencjału skóry [42]. Potencjał ten badano nie tylko u człowieka, gdzie stanowi on metodę eksperymentalnej psychologii [43], ale również u zwierząt domowych [44]. Wykryto domeny różniące się między sobą potencjałem. Najwyższy potencjał i najbardziej czuły na wszelkiego rodzaju bodźce stwierdzono na wewnętrznej powierzchni dłoni i stopy.

Opór elektryczny skóry jest czułym wskaźnikiem reakcji organizmu na wszelkie bodźce, nawet najsłabsze, np. zwrócenie uwagi na coś. Reakcję tę nazwano refleksem psychogalwanicznym albo galwaniczną reakcją skóry (GRS). Odpowiedź elektryczna organizmu na bodziec jest prawie natychmiastowa. Istnieje pewien stały poziom aktywności elektrycznej skóry, a bodziec powoduje tylko odchylenie od normy.

Kilka uwag w związku z galwaniczną reakcją skóry:

1. Istnieje stały poziom aktywności elektrycznej, GRS wskazuje tylko odchylenia pod wpływem bodźca. Tak samo stały stan aktywacji przyjmuje się dla nerwów niezależnie od pobudzenia. W obu wypadkach mamy rejestrowanie różnicowe.

2. Bez względu na teorie tłumaczące zjawisko (naczyniowa, krążenia, wydzielania potu) mamy reakcję organizmu w postaci skoku przewodnictwa, a więc nadmiaru elektronów.

3. Wyjątkowa wrażliwość wewnętrznej strony dłoni i stóp nosi zapewne cechy uwarunkowania ewolucyjnego. Na skutek dotykania ziemi oraz wytwarzania elektryczności tarcia dielektryków odegrały one wyjątkową rolę w elektrycznym ,,poznawaniu" środowiska przez organizm. To samo choć w mniejszym stopniu odnosi się do dłoni u człowieka. Jest to, zdaje się, powszechna ,,elektryczna rola" kończyn u zwierząt. Sprawa komplikuje się jeszcze o elektryczny potencjał pracujących mięśni i efekt piezoelektryczny.

4. Potencjał elektryczny na dłoniach i stopach wykazuje tendencję

---

[40] S. Bober, *Elektrokardiografia praktyczna*, Warszawa 1962.

[41] H. Rohracher, *Permanente rhytmische Mikrobewegungen des Warmblüter-Organismus*, „Naturwissenschaften", (1962) 49, 7, 145.

[42] J. Tarchanoff, *Ueber die galwanischen Erscheinungen in der Haut des Menschen bei Reizung der Sinnesorgane und bei verschiedenen Formen der psychischen Thätigkeit*, ,,Pflügers Arch. ges. Phys.", (1890) 46, 46—55.

[43] R. S. Woodworth, H. Schlosberg, *Psychologia eksperymentalna* (tł. z ang.), Warszawa 1963, t. 1, s. 205—236.

[44] W. Jöchte, *Ueber ein System von Linien erhöter Hautleitfähigkeit bei Haustieren*, ,,Naturwissenschaften", (1958) 45, 11, 275.

do zmniejszania się we śnie, na innych częściach ciała ma wówczas skłonności do wzrastania.

5. Przewodnictwo elektryczne dłoni wykazuje rytmikę metaboliczną organizmu; rano jest niskie, wzrasta po południu do maksimum i znów wieczorem opada.

6. Galwaniczna reakcja skóry wykazuje efekt warunkowych uzależnień.

7. Poziom elektryczny skóry jest niezwykle subtelnym miernikiem ogólnego stanu organizmu, stanowi więc „somatyczny zmysł elektryczny".

Zmiany potencjału powierzchniowego u roślin są niemniej charakterystyczne, choć rośliny nie posiadają odpowiednika tkanki mięśniowej czy nerwowej. Roślina daje również elektryczną odpowiedź na wszelkiego rodzaju pobudzenie. Pobudzona część rośliny staje się ujemna elektrycznie w stosunku do niepobudzonej [45]. Reakcja rośliny na pobudzenie przenosi się falą bioprądów zarówno w kierunku bazopetalnym, jak i akropetalnym. Potencjały elektryczne rośliny wykazują wahania w ciągu doby [46]. Korona drzew jest elektroujemna w stosunku do części przyziemnej [47]. Epiderma korzeni jest naładowana również ujemnie. Wygląda na to, że wszelki organizm jako wyraz istniejącego pola elektrycznego w dielektryku biologicznym posiada na swej powierzchni zmienne potencjały. Organizm odpowiada na wszelkie zmiany środowiska wariacją stanu elektrycznego. Zewnętrzna gęstość elektronów jest więc biologicznym zwierciadłem odbijającym podstawowy poziom procesów życiowych oraz indukowanych wpływów energetycznych środowiska.

Z analizy fizycznej dielektryków i półprzewodników krystalicznych oraz z analizy organizmów zwierzęcych czy roślinnych wynika istnienie podstawowej gęstości ładunków na powierzchni jako elektrycznej charakterystyki żywego układu. Nazywamy ją elektrostazą (EKZ).

Rola elektrostazy. Znaczenie elektrostazy dla ogólnej organizacji życia można odtworzyć na podstawie wielu luźnych faktów znanych z biologii, z modelu oscylatora dielektrycznego emitującego pole biologiczne o charakterze elektromagnetycznym oraz z fizyki oddziaływań polowych. Uchwycenie punktów styku jest trudne i wymaga prócz inwencji dużo naukowej intuicji.

---

[45] A. Siniuchin, J. Stolarek, *O przewodzeniu prądów czynnościowych przez wiązki przewodzące u dyni zwyczajnej Cucurbita pepo*, „Annales Universitatis M. Curie-Skłodowska Lublin, Sectio C", vol. XVI, 13 (1961) 215—228.

[46] A. Paszewski, Z. Królikowska, *Investigation of Electric Potentials in Plants*, „Annales Universitatis M. Curie-Skłodowska Lublin, Sectio C", vol. XVI, 9 (1961) 141—154.

[47] O. F. Curtis, D. G. Clark, *An Introduction to Plant Physiology*, New York—Toronto—London 1950.

Rozbudowa wniosków to już zwykła indukcja.

a) W biologicznym oscylatorze można wyróżnić: dielektryk półprzewodnikowy stanowiący w naszym przypadku masę biologiczną, zewnętrzną warstwę elektronów (EKZ) oraz emitowane pole biologiczne o cechach elektromagnetycznych. Ten układ warunkuje już samoregulację. Masa oscylatora jest „uczulona" elektrycznie, stanowią ją bowiem ferroelektryki organiczne. Elektrostaza utrzymuje masę biologiczną pod „napięciem". Pole elektryczne wypełnia bowiem dielektryk. Emitowana fala elektromagnetyczna pola biologicznego polaryzuje warstwę elektrostazy wprawiając ją w drgania. Zmiany potencjału EKZ powodują elektrostrykcję dielektryka biologicznego. Jest to zwykła odpowiedź piezoelektryków. Zmiany elektrostrykcyjne przyczyniają się znów do zwolnienia piezoelektronów. Te modyfikują natomiast przebieg procesów życiowych, energię pola biologicznego, a w konsekwencji wartość potencjału EKZ.

Samoregulacja jest uwarunkowana nie tylko sprzężeniem między elektrostazą, elektryczną charakterystyką masy biologicznej i jej emitowanym polem. W wyniku tego sprzężenia powstaje energia mechaniczna (elektrostrykcja) oraz zjawiska ruchu związane z przestrzennym przegrupowaniem masy. Polaryzacja elektrostazy pod wpływem pola biologicznego i dalsze konsekwencje wynikłe dla pola elektrycznego wewnątrz dielektryka to podstawowe sprzężenie w żywym układzie. Ulega ono odruchom warunkowym, jak wykazano dla efektu galwanicznego skóry. W długiej historii życia podlegało to podstawowe sprzężenie samoregulacyjne dalszym usprawnieniom. Stanowi ono bowiem gwarancję kontynuacji życia w czasie.

b) Mechanizmy zróżnicowania komórkowego, koordynacji organizmalnej, integracji różnych poziomów biologicznych stanowią otwarte jeszcze zagadnienie. Hodowla tkanek in vitro oraz badania nad zrakowaceniem komórek, jak niemniej procesy morfogenezy wskazują, zdaje się, słuszny trop rozwiązania. Zwraca się uwagę na analogię między odróżnicowaniem komórek w kulturze i w procesie nowotworzenia [48]. Tymczasem komórki rakowate odznaczają się wzrostem ujemnego ładunku do 30% [49]. Wzmożenie potencjału EKZ byłoby sygnałem odróżnicowania. Prawdopodobnie zróżnicowanie dokonuje się na zasadach wydatku energetycznego w poszczególnej komórce na rzecz całości tkan-

---

[48] P. S. Vassar, *Electrophoretic Mobility of Human Tumour Cells*, „Nature", (1960) 197, 1215.

[49] G. Ruhenstroth-Bauer, G. F. Fuhrmann, E. Grauzer, W. Kübler, *Elektrophoretische Untersuchungen an normalen und malignen Zellen*, „Naturwissenschaften", (1962) 49, 16, 363.

kowej. Jak w sieci krystalicznej dodanie energii poszczególnym atomom czy jonom powoduje rozluźnienie sieci i dezintegrację kryształu.

Każda tkanka ulega in vitro dezintegracji. Ekstyrpacja części tkanki niweczy widocznie koordynujący wpływ elektrostazy narządu lub tkanki. Procesy morfogenezy są odwróceniem dezintegracji tkankowej. Dokonują się zapewne przez wytworzenie EKZ wyższego rzędu biologicznego. Integracja organizmu, zanim przybierze formę nerwowo-hormonalną czy enzymatyczną, dokonuje się zapewne na drodze elektrostazy. Embriogeneza czy morfogeneza dokonywałyby się przez wstępne wytworzenie nadrzędnej EKZ, zmobilizowanie przez pole elektryczne procesów chemicznych, wzmożenie pola biologicznego i wypełnianie tego pola przesuwem masy biologicznej.

c) Termodynamika układów biologicznych zyskuje nowy sens przy elektrostazie. Utrata energii może się dokonywać przez przewodnictwo lub promieniowanie. Przy istnieniu EKZ winno destruktywnie działać pole elektryczne oraz dodatnia jonizacja powietrza. „Ssące" działanie dodatniego pola elektrycznego daje w następstwie odelektronowanie i w konsekwencji rozładowanie elektrostazy. Szkodliwy wpływ dodatniej jonizacji powietrza stwierdzono u zwierząt [50]. Słabe pole elektryczne działa pobudzająco na wzrost roślin [51], jest konieczne nawet dla normalnego rozwoju bakterii [52]. Zapewnia, zdaje się, nienaruszalność warstwy elektronowej stanowiącej EKZ. Być może, że zewnętrzne drobiny organizmu mają zdolność polaryzacji z ustawianiem się odpowiednio dipolem na zewnątrz, dodatnim lub ujemnym, dla obrony elektrostazy [53].

Ważniejsze są straty na skutek promieniowania. To nie tylko promieniowanie elektromagnetyczne drobin na skutek ruchu termicznego. To przede wszystkim wypromieniowane pole biologiczne. W obu wypadkach elektronowa membrana EKZ zostaje wprawiona w drgania własne. Promieniowanie termiczne i biologiczne zostaje częściowo odbite z powrotem w układ żywy. EKZ działa wtedy jak kulisty falowód. Część promieniowania transformuje się na promieniowanie o dłuższej fali, a więc mniejszej energii. Elektronowa membrana odbija częściowo tę przetransformowaną falę w układ biologiczny, częściowo wypromieniowuje ją w środowisko. Straty energetyczne układu biologicznego są wskutek tego

---

[50] J. R. Starzyk, *Wpływ jonizacji powietrza na zwierzęta*, „Wszechświat", (1965), z. 6, s. 147—151.

[51] L. E. Murr, *Plant Growth Response in a Simulated Electric Fieldenvironment*, „Nature", (1963) 200, 490.

[52] H. J. Busch, *Nachweis des Einflusses eines elektrostatischen Feldes auf lebende Zellen*, „Naturwissenschaften", (1961) 48, 20, 654.

[53] F. Wilessow, A. Terenin, *Photoelektrische Emission aus der Oberfläche von Halbleiter-Katalysatoren*, „Naturwissenschaften", (1959) 46, 5, 167.

zminimalizowane. Jednocześnie zrozumiałe się staje pojęcie ujemnej entropii wprowadzone przez Schroedingera. Ujemna entropia to strata energii zużytej na tworzenie wyższego szczebla organizacji układu, zanim stanie się ostatecznie energią nieczynną. To entropia spożytkowana na przebudowę układu. Byłby to termodynamiczny wyraz mechanizmu samoregulacji. Zrozumiałe się staje, dlaczego w życiu wykluczona jest stagnacja. Życie musi się rozwijać albo ginie.

MAGNETOHYDRODYNAMIKA BIOLOGICZNA

Biologiczny dielektryk półprzewodnikowy można uważać za plazmę fizyczną. Dla półprzewodników w ogóle jest to sprawa oczywista. Prawa roztworów wodnych stosują się do półprzewodników, plazma natomiast podlega prawom hydrodynamiki [54]. Półprzewodnik realizuje własności rozpuszczalnika, w którym są „rozpuszczone" elektrony, dodatnio naładowane dziury, aniony, kationy, w układach biologicznych ponadto protony, rodniki, grupy krystalochemiczne. Do elementów elektrycznych stanowiących o plazmie biologicznej trzeba będzie zaliczyć jednokomórkowe utwory, jak erytrocyty, fagocyty, limfocyty, bakterie w organizmie, rakowate komórki wędrujące. Wszystkie te utwory odznaczają się powierzchniowym ładunkiem ujemnym, są więc „sumarycznym" elektronem o dużej masie efektywnej.

Plazma podlega procesom niestabilności. Według Frank-Kamienieckiego [55] „»życie« plazmy kończy się niestabilnością. Ta przerażająca »choroba« jest tak straszna dla plazmy, jak rak lub zawał serca dla człowieka, a walka z nią — to jedno z ważniejszych zadań dalszego rozwoju nauki o plazmie". Plazma biologiczna w przeciwstawieniu do plazmy fizycznej nie podlega teoretycznie procesowi niestabilności w długich nawet okresach czasu. Niestabilność plazmy to entropia. Życie przeciwstawia się wzrostowi entropii bioplazmy. To zasadnicza cecha życia rozumianego nawet jako półprzewodnikowy oscylator. Destabilizacja jednak plazmy biologicznej dokonuje się ustawicznie w ontogenezie, przynajmniej wyższych zwierząt i roślin. Destabilizacja bioplazmy objawia się procesami starzenia i ostatecznie śmierci. Samo natomiast życie jest autokatalicznym przeciwstawianiem się destabilizacji bioplazmy, a więc ustawicznym tworzeniem plazmy w półprzewodniku. Metabolizm uwalnia elektrony, protony, uruchamia aniony i kationy, zwalnia rodniki.

---

[54] D. B. Langmuir, W. D. Hershberger (red.), *Podstawy elektroniki przyszłości* (tł. z ang.), Warszawa 1966.

[55] D. A. Frank-Kamieniecki, *Plazma — czwarty stan materii* (tł. z ros.), Warszawa 1965, s. 184.

Bioplazma (termin biofizyczny różny od protoplazmy cytologicznie pojmowanej) jest wygodną schematyzacją, łączy bowiem w sobie masę w ruchu (transport substancji) z oddziaływaniami polowymi. Fizyka plazmy jednoczy energię kinetyczną i elektromagnetyczną [56]. Pole i transport masy w obrębie półprzewodnika to podstawowe cechy plazmy i życia. Plazma fizyczna posiada własną informację w postaci falowych impulsów elektrostatycznych, elektromagnetycznych albo natury magnetohydrodynamicznej (m-h-d). Informacja m-h-d łączy się ponadto z transportem substancji. Plazma daje na wszelkiego rodzaju bodźce — termiczne, ciśnienie, elektryczne, magnetyczne — odpowiedź elektryczną lub elektromagnetyczną z uruchomieniem substancji.

Ten schematycznie zasygnalizowany tylko punkt widzenia może mieć wcale szerokie i zasadnicze następstwa.

1. Wymiana elementów w strukturach biomolekularnych dokonuje się z rytmiką warunkowaną przez falę magnetohydrodynamiczną. W obecnym stanie rzeczy działałby ten impuls poprzez aktywowanie lub hamowanie układu enzymatycznego.

2. Podstawowe przenoszenie informacji przez cały układ biologiczny dokonuje się na zasadach magnetohydrodynamicznych. Jest to jednocześnie najelementarniejsza koordynacja wewnętrzna układu.

3. Organizatory w morfogenezie miałyby naturę magnetohydrodynamiczną.

4. Regeneracja i gojenie ran stwarzają odmienną sytuację dla fali m-h-d w tkance obrzeżającej ranę i w samym ubytku. Zagadnienie to łączy się z elektrostazą i jej regeneracją.

5. Pole biologiczne wewnątrz układu żywego nosi cechy magnetohydrodynamiczne obok drgań elektrostatycznych i elektromagnetycznych.

EWOLUCYJNE UWARUNKOWANIE ELEKTROSTAZY

Elektrostaza stanowi ostatnią najbardziej zewnętrzną redutę energetyczną organizmu, leży na styku organizmu ze środowiskiem. Warstwa elektronowa jest ustawicznie narażona na odbiór pola elektromagnetycznego środowiska. W ten sposób EKZ staje się przekaźnikiem bodźców elektromagnetycznych środowiska w stosunku do organizmu. Jednocześnie EKZ ekranuje organizm przed destruktywnym działaniem pola elektromagnetycznego. Zagadnieniem tym, choć nie w aspekcie elektrostazy, zajmuje się radiobiologia. Ten dział biologii powstał z konieczności jako podstawa radiomedycyny na skutek pracy człowieka przy izotopach promieniotwórczych, reaktorach atomowych, defektoskopii meta-

[56] J. G. Linhart, *Fizyka plazmy* (tł. z ang.), Warszawa 1963.

lurgicznej promieniami gamma, pracy przy urządzeniach produkujących fale elektromagnetyczne oraz na skutek lotów kosmicznych.

Ciekawe będzie rozpatrzenie ekranującej roli EKZ wobec promieniowania środowiska. Warstwa elektronowa może pełnić rolę filtrującą lub ekranującą. Działanie to można sprowadzić do kilku efektów:

1. Całkowitego odbicia fali elektromagnetycznej.
2. Pochłonięcia padającej fali z zamianą na ciepło. Prawdopodobnie układy biologiczne wytworzyły powierzchnie bezodblaskowego odbicia złożone z dwóch monomolekularnych warstw dielektryka tak dobranego w stałej dielektrycznej, że następuje całkowite wygaszanie fali.
3. Pobudzenia EKZ do drgań własnych przy wtórnej emisji promieniowania.
4. Wybicia fotoelektronów z EKZ i częściowego zjonizowania w ten sposób układu biologicznego jako całości.
5. Polaryzacji elektrostazy.
6. Częściowego odbicia i częściowego wtargnięcia o zmniejszonej energii do żywego układu.

Gdy wszystkie te mechanizmy ekranowania i filtrowania fali elektromagnetycznej zawiodą, rozpoczyna się penetracja układu biologicznego przez promieniowanie z różnymi skutkami:

a) polaryzacja atomów i jonów w biomolekule,
b) atomowa polaryzacja przesunięcia jonowego,
c) polaryzacja dipoli molekularnych,
d) polaryzacja całej drobiny,
e) polaryzacja elektrolityczna,
f) polimeryzacja,
g) uwalnianie rodników jak podczas radiolizy wody.

Elektrostaza jest więc przekaźnikiem bodźców elektromagnetycznych środowiska do układu biologicznego. Od strony rozpatrywanego układu elektrostaza stanowi protozmysł dla odbierania informacji elektromagnetycznej od środowiska. Upatrywanie mechanizmów ewolucji w oddziaływaniu środowiska znajduje swój punkt styku właśnie w EKZ. Z jednej strony elektrostaza decyduje o integralności układu biologicznego, a więc autonomii, z drugiej znów jest barierą energetyczną warunkującą zależność od środowiska. Rzekome sprzeczności autonomii i uwarunkowania znajdują rozwiązanie w roli elektrostazy. Wytworzenie EKZ było nie tylko czynnikiem zachowującym życie, ale jednocześnie okolicznością decydującą o jego ewolucji. Nie ma trwania życia bez rozwoju. Nie ma życia bez informacji energetycznej ze strony środowiska. Ale nie ma również życia bez własnej informacji elektromagnetycznej rozumianej jako pole biologiczne. Pytanie o genezę życia nie wiadomo, gdzie ulokować — w protoukładzie czy w środowisku. Elektro-

staza jest pierwszym odbiorcą informacji elektromagnetycznej od środowiska i ostatnim oddawcą odpowiedzi energetycznej organizmu. Organizm „widzi" każdą informację elektromagnetyczną swoją elektrostazą.

Badań ontogenetycznych nad rozwojem EKZ jeszcze być nie mogło, choćby na skutek sformułowania dopiero obecnie pojęcia elektrostazy. Tym niemniej procesy morfogenezy rozpatrywane w polu widzenia elektrostazy pozwalają przypuszczać jej rozwojową rolę. Podkreślaną polarność komórki jajowej w następstwie wytworzenia blastuli można by rozpatrywać jako zwiększenie powierzchni elektrostazy z jednoczesnym jej zróżnicowaniem na jamę wewnętrzną. Ekto- i endoderma mają zapewne swoje własne elektrostazy. Każda nieciągłość biologiczna to nieciągłość dielektryka. Dielektryk nieciągły wykazuje natomiast gęstość objętościową ładunków na płaszczyznach nieciągłości. Każda nieciągłość biologiczna charakteryzuje się zapewne różnicą potencjałów, jak to ma miejsce — według Heilbrunna — między ektoplazmą i głębiej położoną protoplazmą w komórce. Nieciągłość cytologiczną podkreśla się w szerszym rozmiarze między błoną komórkową a jądrem, powierzchnią mitochondriów czy chromosomów [57].

Już wcześniej zwrócono uwagę na ewolucyjną rolę stosunku powierzchni organizmu do jego objętości. Przeliczając na jednostkę masy u bakterii przypada 190 000 do 1 500 000 razy większa powierzchnia styku ze środowiskiem niż u człowieka [58]. Elektronowe „obsłużenie" takiej powierzchni procesami metabolicznymi musi odpowiednio wpływać na tempo przemiany materii. U mniejszych organizmów stwierdza się na ogół intensywniejszy metabolizm. Potencjał elektryczny na jednostkę powierzchni u drobnych organizmów będzie inny niż u dużych.

Pod koniec XIX wieku zostało sformułowane tzw. prawo Rubnera, orzekające o zależności między metabolizmem i powierzchnią ciała. Nazywa się je prawem powierzchniowym. Według Hellera może ono oddać wielkie usługi, ale przy odwrotnym kierunku rozumowania, tj. termolizy, czyli zdolności organizmu do oddawania nadmiaru ciepła.

W świecie organicznym zaznaczają się dwie tendencje rozwojowe:

1. U zwierząt wzrost powierzchni zewnętrznej przez wytworzenie form rozgałęzionych, opatrzonych narządem ruchu, ale przede wszystkim przez rozbudowanie powierzchni wewnętrznej — jamy ciała, naczyń, jelit, pęcherzyków płucnych.

---

[57] A. Bajer, *Electrical forces in Mitosis*, „Acta Societatis Botanicorum Poloniae", vol. XX (1950), nr 2, s. 709—737.

[58] W. Kunicki-Goldfinger, *Rozwój idei ewolucji w mikrobiologii*, [W:] *Problemy ewolucjonizmu*, t. 3, s. 33—123.

2. U roślin tendencje rozwojowe poszły w kierunku rozbudowy powierzchni zewnętrznej, choć nie wyłącznie.

Dwa różne kierunki rozwojowe to dwie linie ewolucji elektrostazy w świecie organicznym. Filogeneza z dwiema podstawowymi liniami rozwojowymi roślin i zwierząt poza autotrofizmem i heterotrofizmem rozwiązała inaczej zagadnienie powierzchni, a przy tym zagęszczenia powierzchniowego ładunków. Jako wstępny etap tego zróżnicowania należałoby przyjąć ewolucyjne ugruntowanie elektrycznego charakteru związków organicznych: wytworzenie ferroelektryków, piezoelektryków, powstanie związków organicznych, jak RNA i DNA, o niezwykle wysokiej stałej dielektrycznej 140 000 u DNA, a więc przeszło 1700 razy wyższej niż u wody.

W związku z filogenetyczną dwutorowością rozbudowy powierzchni w świecie roślinnym i zwierzęcym nastąpiło odmienne rozwiązanie ruchu w obu przypadkach. Ruch jest nie tylko wydatkiem energetycznym, ale i zyskiem, wyzwala bowiem potencjał elektryczny w skurczu mięśniowym i prądy czynnościowe przewodnictwa nerwowego. Ruch włókien mięśniowych i czynność nerwów utrzymuje i modyfikuje EKZ, jak to stwierdzono podczas pracy mięśnia sercowego i mózgu. Ruch czynny u zwierząt wytworzył jeszcze jedną okoliczność wzmożenia elektrostazy — mianowicie elektryczność tarcia dielektryka organicznego kończyn o dielektryk powierzchni ziemi.

Rozwój roślin poszedł w kierunku zwiększenia możliwości uwalniania piezoelektronów przez wykształcenie pędów, gałęzi, pni podlegających zginaniu, zgniotowi, skręcaniu i przez wytworzenie tekstur piezoelektrycznych bogatych w celulozę. Na rozwój elektrostazy u roślin wpłynęły grawitacja i pole elektromagnetyczne światła. Curtis i Clark nazywają to faktem znanym. U zwierząt rozwój EKZ związał się z ruchem i rozbudową płaszczyzn wewnętrznych. Ewolucja EKZ to ewolucja życia.

ZADANIA ELEKTROSTAZY (ZEBRANIE WNIOSKÓW)

Schematyzacja w biologii ma znaczenie heurystyczne. Ułatwia, po odrzuceniu szczegółów, spojrzenie na istotę problemu. Model oscylatora emitującego pole biologiczne jest nie tylko użyteczny, ale nawet konieczny dla stworzenia biofizyki ewolucyjnej. Stworzenie tej biofizyki jest potrzebne nie mniej niż powstanie biochemii ewolucyjnej. Rozpatrywanie biopoezy w kategoriach tylko chemicznych jest niekompletne.

1. Elektrostaza jest czynnikiem integrującym w większe jednostki życia. EKZ jest więc organizatorem całości, czyli integratorem.

2. EKZ jest elektronową redutą organizmu wystawioną na odbieranie bodźców energetycznych środowiska. Stanowi jednocześnie filtr dla bodźców elektromagnetycznych oraz amortyzator.
3. EKZ jest odpowiedzialna za pole elektryczne otaczające organizm oraz za pole wewnątrz organizmu.
4. EKZ stoi na straży ujemnej entropii organizmu i jest czynnikiem wykorzystania entropii do uorganizowania na wyższym poziomie.
5. Elektrostaza jest wyrazem poziomu elektrycznego organizmu i jest uwarunkowana metabolizmem.
6. EKZ jest pojęciem biologicznym, jest elektrycznym wyrazem życia, posiada pewną analogię z gęstością powierzchniową elektronów u dielektryka.
7. EKZ jednoczy przeciwstawne procesy anabolizmu i katabolizmu w ciągły strumień metabolizmu.
8. Drgania własne EKZ synchronizują prawdopodobnie rytmikę procesów redoksowych.
9. Elektrostaza jest czynnikiem warunkującym rezonans biologiczny między środowiskiem a organizmem.
10. Elektrostazę posiada każda jednostka biologiczna na poszczególnym poziomie złożoności (drobina, organela, komórka, jednostki histologiczne, narządy, cały organizm).
11. EKZ jest odpowiednikiem homeostazy.
12. Elektrostaza jest nie tylko odbiorcą informacji elektromagnetycznej środowiska, ale wysyła własną informację elektromagnetyczną w przestrzeń.
13. Elektrostaza jest uwarunkowana ontogenetycznie i nosi zapewne cechy gatunkowe. W związku z tym EKZ ulega ewolucji.
14. EKZ warunkuje samoregulację układu biologicznego.
15. Ewolucja znalazła dla swych mechanizmów punkt styku między organizmem a środowiskiem w postaci elektrostazy.

Elektrostaza jest odpłatnością elektronową pojedynczych reakcji na rzecz koordynacji całości. Potencjał elektrostazy wreszcie powoduje trwanie życia w czasie przeciwstawiając się doprowadzeniu odwracalnych reakcji do końca względnie zapobiegając martwemu punktowi równowagi („izoelektryczny punkt życia"). Sprzężenie zwrotne między procesami chemicznymi a EKZ jest fizycznym odpowiednikiem tego, co dotychczas nazywano autokatalizą. W języku fizykalnym określano by to samoregulacją.

Własności biologiczne elektrostazy można jedynie wydedukować z właściwości życia w ogóle. EKZ to energetyczny sens życia. Ponieważ EKZ jest powierzchniowym zagęszczeniem elektronowym, wobec tego istnieje możliwość „zjonizowania" organizmu, czyli pozbawienia go elek-

tronów. Oznacza to śmierć. Obniżenie poziomu elektrycznego może się zapewne dokonać albo na drodze regulacji metabolicznej, albo w fizycznym odelektronowaniu. Obie czynności winny zmierzać wtedy do elektronowej „anabiozy" z pewnym punktem krytycznym w ogóle nie przekraczalnym dla utrzymania życia. W związku z tym istnieć winna regeneracja elektrostazy.

Układy biologiczne — zależnie zresztą od symetrii — mają zapewne elektrostazę spolaryzowaną. W procesach podziałowych, czyli dezintegrujących (pączkowanie, podział komórki, bruzdkowanie jaj), elektrostaza jest przekazywana również „po połowie".

Niepokój elektrostazy jest widocznie koniecznym czynnikiem życia. Mobilizuje on samo życie. Zrozumiałe się staje, dlaczego sztuczne i naturalne zmuszanie organizmu do wysiłku wyzwala jego dynamikę. Elektrostaza podlega tym samym prawom w sensie biernym, jak i czynnym. Życie wymaga pewnego minimum oporu dla ustawicznego mobilizowania się wewnętrznie. Istnieje widocznie jakaś ewolucyjnie uwarunkowana zależność między „ciśnieniem" środowiska a turgorem życia. Każde „odkształcenie" życia mobilizuje życie. Każdy wysiłek życia jest korzystny dla rozwoju życia. Istnieje jakiś głęboko uzależniony rezonans biologiczny między energetyczną presją środowiska a odpowiedzią życia.

PERSPEKTYWY BADAWCZE

1. Koncepcję elektrostazy uważać można za tymczasowe sformułowanie robocze. Może się ono okazać użyteczne mobilizując badania w określonym kierunku. Ustawienie biofizyki ewolucyjnej na modelu oscylatora biologicznego daje jednocześnie uproszczenia i uogólnienia problematyki życia. Punkty tej schematyzacji:

a) oscylator dielektryczny o cechach półprzewodnika krystalicznego,

b) oscylator dielektryczny posiada zewnętrzną gęstość ładunków nazywaną elektrostazą,

c) oscylator emituje pole biologiczne.

Jak wynika z toku rozważań i przytoczonych faktów, elektrostaza nie jest domysłem, ale wynikiem rzeczywistości biologicznej. EKZ w świetle nowych danych ulegnie zapewne ugruntowaniu, być może nawet modyfikacji. Elektrostaza jako taka — pogranicze energetyczne między organizmem i środowiskiem — pozostanie taka sama.

2. Samoregulacja i celularyzacja stanowią ważny etap ewolucji organicznej. Jest to sprawa nie rozwiązana dotychczas, przynajmniej w sensie jednoznaczności [59]. Zagadnienie jest aktualne nadal w embriogenezie.

[59] Z. Raabe, *O koncepcjach somatyzacji i cellularyzacji pierwotniaków*, „Kosmos A", (1966), z. 2, s. 139—151.

Elektrostaza rozumiana jako integrator i organizator łącznie z dielektrycznym i półprzewodnikowym charakterem związków organicznych biologicznie czynnych, przy udziale pola biologicznego może się okazać wcale przydatna w rozwiązywaniu mechanizmów somatyzacji i celularyzacji.

3. Dalszym ciągiem różnicowania biologicznego i dyferencjacji EKZ będzie odwrócenie procesu podczas rakowacenia tkanki. Wytworzenie układu tkankowego było ważnym etapem rozwojowym życia, ale jednocześnie punktem krytycznym dla samego układu. Wygląda na to, że struktura tkankowa jest odwracalna zarówno in vitro, jak i przy istnieniu pewnych warunków w procesie nowotworzenia. Widocznie zróżnicowanie nie jest stanem ewolucyjnie dość stabilnym. W porównaniu z czasem powstania życia w ogóle struktury tkankowe są stosunkowo młodym pomysłem ewolucyjnym, niezupełnie jeszcze ugruntowanym. Należy przypuszczać, że EKZ ulega również odróżnicowaniu jako wstępny etap dezintegracji tkankowej. U podstaw ewolucyjnego wytworzenia systemu tkankowego było odwrotnie.

Według mezenchymalnej teorii powstawania nowotworów pogranicze genetyczne tkanek, zwłaszcza mezenchymy, jest miejscem krytycznym dla nowotworowego odróżnicowania [60]. Widocznie we wczesnych stadiach ontogenezy wytworzenie nieciągłości biologicznej w blastuli związane jest ze zróżnicowaniem elektrostazy nowego tworu — gastruli. Wytworzenie trzeciego członu, izolującego ektodermę od endodermy, było wyjątkowym zdarzeniem. Zwiększenie powierzchni przez wytworzenie wewnętrznej jamy blastuli przechodzi nową fazę koordynacji na skutek dalszej nieciągłości — mezodermy.

Należy przypuszczać, że zróżnicowanie tkankowe oraz zróżnicowanie EKZ jest związane ze zmianą składu ilościowego elektrolitów, jak K, Na, Ca, Mg, Si, oraz połączone ze zmianą hydratacji, jak i wariacją pH. Są to bowiem symptomy odróżnicowania w procesach nowotworowych [61]. Zmiany stanu elektrolitycznego tkanki mają uwarunkowania ontogenetyczne.

Trójukład — dielektryk organiczny, pole biologiczne, elektrostaza — będzie ważnym czynnikiem w powstawaniu nowotworów. Stwierdzono zmianę potencjału elektrycznego u komórek nowotworowych, musi wtedy ulec zmianie promieniowanie biologiczne o cechach elektromagnetycznych. Dielektryk zmienia jednocześnie stałą dielektryczną zależnie od długości fali.

[60] A. Fromme, *Das Mesenchym und die Mesenchymtheorie des Karzinoms*, Dresden und Leipzig 1953.

[61] Wł. Sedlak, *Ewolucyjne uwarunkowania nowotworów u zwierząt*, „Kosmos A", (1966), z. 2, s. 186—196.

Stała dielektryczna tkanek zwierzęcych w temperaturze 20° i 37° przy różnych długościach fali (wg Oswalda)[62]:

Tkanka	t°C	Długość fali EM		
		3 m	6 m	12 m
Mięsień	20° 37°	71 73,3	85 89	96 108
Wątroba	20° 37°	73 78	85 90	122 137
Śledziona	20° 37°	89 100	116 137	205 200
Nerki	20° 37°	83,5 89,5	115 127	200 200
Mózg	20° 37°	72,5 82,5	95 112	140 160
Trzustka	20° 37°	61 67	89 96	140 158
Płuca	20°		27 — 50	
Krew	20° 37°	73 74	86 89	120 140

W procesach bujania tkankowego zmienia się cały trójukład bioelektryczny. Autonomia tkanki nowotworowej wyraża się nieodpowiadaniem na bodźce koordynujące organizmu. Wytworzenie nowej elektrostazy jest tylko fragmentem zmian bioelektrycznych w guzie nowotworowym. Ogólną przyczyną nowotworów będzie zapewne zmiana pola biologicznego, zmiana własności dielektrycznych związków organicznych względnie tkanek, a konsekwentnie zaburzenie elektrostazy. Patogeneza nowotworów byłaby rozwiązywalna przy uwzględnieniu trójukładu elektrycznego i działania bodźców środowiskowych. Te ostatnie mogą być chemiczne lub fizyczne, jak promieniowanie, czy mechaniczne. Wszystkie one wpływają na zmianę charakterystyki elektrycznej półprzewodnika organicznego. Kancerogeny chemiczne posiadają tzw. elektron K. Promieniowanie elektromagnetyczne, jak wspomniano, zmienia stałą dielektryczną. Uraz mechaniczny wyzwala piezoelektrony. We wszystkich wypadkach zmienia się natura oscylatora biologicznego, a więc i jego pole biologiczne oraz EKZ. Wielkości te są ściśle i ewolucyjnie

[62] S. Manczarski, D. Mikke, *Badania szkodliwego oddziaływania pól szybkozmiennych na organizm ludzki*, „Prace Instytutu Łączności", X (1963), z. 1, s. 55—91.

uzależnione oraz włączone w całość organizmu, zwłaszcza w jego czynniki koordynujące. Przy zmianie charakterystyki elektrycznej dielektryka organicznego dokonuje się inaczej reagowanie na pole biologiczne o znamionach elektromagnetycznych. Lokalnie tkanka odbiera inaczej informację pola biologicznego. Rozpoczyna się miejscowa autonomia, a więc anarchiczny rozrost tkanki nie koordynowany na zasadach normalnego reagowania. Tkanka nowotworowa emituje wreszcie własne pole biologiczne, wytwarza własną elektrostazę. Nowotwór stanowi autonomiczny oscylator biologiczny.

Teoretycznie rzecz biorąc, istnieje możliwość „przywoływania" nowotworu do „porządku" biologicznego przez działanie pola elektrostatycznego, stałego pola magnetycznego lub promieniowania elektromagnetycznego. We wszystkich tych wypadkach następuje bowiem polaryzacja elektrostazy guza nowotworowego i zmiana stałej dielektrycznej półprzewodnika organicznego. Wykazano rzeczywiście wpływ pola magnetycznego [63] oraz pól elektrostatycznych [64] na nowotwory. Leczenie promieniami elektromagnetycznymi niekoniecznie musi się dokonywać na skutek uszkodzenia aparatu mitogenetycznego. To radykalne wkroczenie. Bardziej biologicznie rzecz pojmując leczenie polegałoby na zmianie trójukładu bioelektrycznego — dielektryka, pola biologicznego i elektrostazy.

4. Elektrostaza jako styk organizmu i środowiska byłaby startem dla wszelkiego rodzaju rozważań na temat mechanizmów ewolucji. Badania nad etiologią i patogenezą nowotworów wykazały, że w równej mierze biorą udział jakieś predyspozycje organizmalne, jak i wpływ czynników środowiskowych. Nowotwory nadawałyby się najbardziej dla sprawdzenia słuszności koncepcji EKZ. Z drugiej znów strony badania pod tym względem mogłyby niezwykle wiele wyjaśnić biorąc pod uwagę ewolucyjne uwarunkowania nowotworów.

5. Skoro nowotwór jest lokalnym odmłodzeniem ontogenetycznym, wobec tego zapadalność na nowotwory dowodzi jakiegoś odległego faktu z historii życia na ziemi. Można tkankę nowotworową traktować jako żywy relikt manifestujący się dopiero przy pewnych okolicznościach wyzwalających samo zjawisko. Byłby to relikt atawizujący. Wszystkie relikty są śladem pozwalającym na rekonstrukcję odległego procesu rozwojowego. W tym rozumieniu nowotwór byłby materiałem dla odtworzenia ewolucji. Występowanie nowotworów jest uwarunkowane czyn-

---

[63] I. D. Mulay, L. N. Mulay, *Effect of a Magnetic Field on Sarcoma 37 Ascites Tumour Cells*, „Nature", (1961) 190, 1019.

[64] L. Bozoky, G. Kiszely, T. A. Hoffmann, J. Ladik, *Effect of Electrostatic Fields on Cell Mitosis*, „Nature", (1963) 199, 1906.

nikami ontogenetycznymi. Występują one w starszym wieku przy odpowiednim przestrojeniu organizmu pod względem hydratacji i elektrolitów oraz pola biologicznego. Jednocześnie nowotwór znamionuje jakaś przeszłość filogenetyczna. Obserwuje się większą zapadalność na nowotwory u gatunków bardziej zróżnicowanych, najliczniej u człowieka.

W zasadzie byłoby możliwe odtworzenie wczesnych stadiów zróżnicowania tkankowego jako zwrotnego punktu w ewolucji na podstawie tkanki nowotworowej. Stanowi ona bowiem lokalne odmłodzenie ontogenetyczne i lokalny regres filogenetyczny. Tkanka nowotworowa to autonomiczny oscylator patologicznego pola biologicznego, przy zmianie własności elektrycznych dielektryka, z własną elektrostazą. Recepcja informacji magnetohydrodynamicznej lub elektromagnetycznej organizmu dokonuje się widocznie inaczej w tkance nowotworowej. Nowotwór nie jest faktem klinicznym, lecz biologicznym i ma duże znaczenie heurystyczne. W konsekwencji środowisko guza nowotworowego — organizm — nie wytrzymuje i ginie. Nowotwór jako fakt biologiczny okazuje się zwycięski. Ginie dopiero w następstwie destrukcji organizmu stanowiącego jego środowisko. Samorzutna inwolucja nowotworu jest rzadkością.

Rozwój świata organicznego dokonywał się ortogonalnie w tym sensie, że nowe linie rozwojowe powstawały na podstawie odróżnicowania, czyli częściowego regresu, z wytworzeniem nowych zasad integracji. Wskazuje na to nowotwór. Nieudana jest u niego tylko nowa koordynacja wypadająca z normalnej ingerencji organizmu. W każdym razie nowotwór wykazuje naturalne możliwości cofnięcia ewolucji.

6. Próby odtworzenia początków życia oparte jedynie na chemii są niebiologiczne. Nie ma życia bez odbioru informacji elektromagnetycznej środowiska. Zawiązanie akcji życia to zmuszenie drobiny chemicznej względnie ich agregatu do dawania elektromagnetycznej odpowiedzi łącznie z wyzwoleniem mechanizmów samoregulacji. Nie ma biopoezy bez integratora energetycznego jednoczącego układ w funkcjonalną całość. Nie musiało się życie dokonać w chemicznym zestawie obecnej biomolekuły. Równie dobry mógł być start z innego półprzewodnika krystalicznego, jak np. koloidalna krzemionka. Optyczna czynność, śrubowy układ drobin, wielkość skoku śruby w białkach to zapewne pozostałości informacji elektromagnetycznej środowiska z protożywych układów krzemowych [65].

7. Model oscylatora biologicznego o naturze dielektryka półprze-

[65] Wł. Sedlak, *Występowanie komponenta krzemowego w żywym ustroju*, „Kosmos A", (1963), z. 6, s. 497—504.

wodnikowego, pole biologiczne, elektrostaza dają podstawę do sformułowania elektromagnetycznej teorii życia [66].

ELECTROSTASIS AND ORGANIC EVOLUTION

The evolutionary mechanisms sought in the relation of organism to environment can be solved by reducing both sides to a common nature. The author conceives the organism and environment in terms of electromagnetic field. At every level of complexity the organism emits electromagnetic radiations. This applies to individual cells (mitogenetic radiation) as well as to organs and to the whole complex organism. Human brain radiations have been best studied so far. The „metabolism" of electromagnetic energy is a manifestation of life as much as the transformation of matter. The biological field with its electromagnetic qualities is a universal manifestation of life. The organism may be considered as an oscillator emitting biological field with large band spectrum.

The nature of the biological oscillator is implied by the physics of dielectrics, crystal semiconductors modified as to the specificity of biological systems. The characteristics of the dielectric are: polarization, existence of electric field, surface- and volume concentration of charges, and anisotropy. Moreover semiconductor properties decide of the drift of charges, ions, radicals, and crystalochemical groups, and of the acceptor or donor character. The semiconductor manifests its properties in the presence of external electromagnetic field or temperature. The surface where the electromagnetic wave causes a concentration of electrons is a privileged one. It makes the semiconductor able to receive electromagnetic information.

Biological systems may be considered as semiconductors, ferroelectrics and ferromagnetics. Many ferroelectrics are piezoelectrics as well. A considerable number of organic compounds apart from glucose and cellulose have proved piezoelectrics. Such are RNA and DNA, proteins particularly the muscular ones, also whole animal and plant (wood) tissues. In a biological system one may distinguish a) the mobility of electric elements (charges, ions, radicals, crystalochemical groups). Under the same heading come, too, biological microorganisms endowed with surface potential (erythrocytes, lymphocytes, bacteria, migrating cancerous cells); b) the anisotropy of the mobility of these elements as result of biomolecule or tissue geometry; c) the rhytmical changes of potential following metabolical processes and oscillations of the biological field. The biological oscillator belongs to self-regulating systems. The biological system possesses an autonomous source of electrons in consequence of catabolical processes. Another source of electrons lies in the piezoelectric effect following active movement in animals, passive movement in superior plants.

Electrostasis is a surface concentration of electrons, so called on the analogy of homeostasis. The electrostasis (ECS) results from dielectric properties and surface phenomena in the electromagnetic field. Surface potentials exist not only in microorganisms but also in individual cells of tissue systems. In neoplastic states the cell potential increases by 30%. On the example of the galvanic reaction of human skin the author shows the evolutionary conditionings of surface

[66] Wł. Sedlak, *Elektromagnetyczna teoria życia* (w przygotowaniu).

potentials. This character is common to animals and plants. At every level of structural complexity the organism reacts by a change of potential to both external and internal stimuli. The organism sends out ECS electrons to meet environment. The organic oscillator is a semiconductor with surface concentrations of electrons (ECS) emitting a biological field of electromagnetic character. The self-regulation of this oscillator is conditioned by the coupling of electrostasis, biological mass and the field emitted. Biological systems at various stages of organization have their own electrostasis probably. The ECS plays the role of a spherical waveguide reflecting the biological field back into the living system. The losses of the organism through radiation are thus made minimal. Simultaneously the ECS is set into rhytmical vibrations by the biological field emitted.

Biological magnetohydrodynamic. The semiconductor together with the drift of charges, ions, and radicals may be approximately considered as physical plasma. The laws of water solutions apply to semiconductors, while plasma is governed by the laws of hydrodynamic. The biological semiconducting oscillator may be considered as physical plasma. The biological system prevents the entropy of plasma by metabolical processes. It is a characteristic of life, though biological plasma (to be distinguished from cytologically understood protoplasma) undergoes disintegration in the course of ontogenesis with death as final effect. Bioplasma possesses its own information through longitudinal and transverse magnetohydrodynamic waves. The biological field transfers itself inside the living organism by means of magnetohydrodynamic impulses. Morphogenesis and regeneration processes, internal coordination and exchange of structural elements take place according to magnetohydrodynamic principles.

Evolutionary conditioning of ECS. Electrostasis is the border between organism and environment, hence it is the receiver of electromagnetic information from the environment. Simultaneously, it transmits its own electromagnetic information in the form of biological field. The ECS screens the biological system from the noxious influence of environmental radiation. It is then a filter and shock absorber of radiations. When all the screening mechanisms fail, the electromagnetic wave invades the biological system and begins destructive action in it. The ECS is the integrator of the different electronic processes in the biological system, the detector of electromagnetic information from outside, and the emitter of its own information. It is the ECS that ensures the minimization of the entropy of the biological system. Rubner's law on the relation between surface and volume takes a new form with the existence of electrostasis.

As prospects for further research the author suggests a possible solution of the etiology and pathogenesis of cancer. The cancer becomes an autonomous biological oscillator, changes its semiconductor properties and biological field, and apparently creates its own electrostasis. In consequence, the cancer develops a different mode of reception of magnetohydrodynamic impulses from the organism, and breaks off the general coordination of the biological system. The author mentions, too, an electromagnetic theory of life which he is working out.